

10/584924

明 細 書  
IAP20 Rec'd PCT/PTO 05 JUL 2006

## シェル型針状ころ軸受、コンプレッサ主軸の支持構造およびピストンポン プ駆動部の支持構造

### 技術分野

[0001] 本発明は、シェル型針状ころ軸受と、シェル型針状ころ軸受を用いたコンプレッサ主軸の支持構造およびピストンポンプ駆動部の支持構造に関する。

### 背景技術

[0002] 外輪の軌道面である内径面に沿って複数の針状ころを配列した針状ころ軸受には、絞り工程を含むプレス加工で形成されたシェル型外輪を用いるシェル型針状ころ軸受がある。プレス加工されるシェル型外輪の鋼板素材には、SCM415等の低炭素構造用合金鋼板やSPC等の冷延プレス用鋼板が用いられており、強度や軌道面の表面硬さ等の製品品質を確保するために、プレス加工後に浸炭焼入れや浸炭窒化処理等の熱処理を施されている(例えば、特許文献1参照。)。なお、シェル型外輪には、両軸端部が開放されたオープンエンド形のものと、一方の軸端部が閉塞されたクローズエンド形のものとがある。また、針状ころには、保持器に組み付けられて外輪へ組み込まれる保持器付きのものと、総ころ状態に外輪へ単体で組み込まれるものがある。

[0003] 前記シェル型外輪の製造工程は、以下の通りである。まず、絞りを数回に分けた絞り工程で鋼板素材の円形ブランクをカップ状に成形し、決め押し工程でカップ底コーナ部を所定のコーナ半径に決め押しする。つぎに、オープンエンド形のものは、底抜き工程でカップ底中央部を打ち抜いて外輪の一方の鏝を形成し、クローズエンド形のものは、底抜き工程を省略して、カップ底をクローズエンドとして利用する。つぎに、トリミング工程でカップ上端を均一な高さにトリミングするとともに、他方の鏝が形成されるカップ上端部を減厚加工する。こののち、熱処理工程で浸炭焼入れや浸炭窒化処理等をし、他方の鏝が形成される減厚加工部に焼きなましを施す。最後に、組立て工程で針状ころを組み込み、カップ上端部を内方に折り曲げて他方の鏝を形成する。

- [0004] エアコンディショナ等のコンプレッサには、圧縮動作部材を主軸の回転駆動で動作させ、この主軸のラジアル荷重をコンプレッサ内に配置された針状ころ軸受で支持した支持構造を採用した斜板式のものがある(例えば、特許文献2参照。)。針状ころ軸受は軸受投影面積が小さい割に高負荷容量と高剛性が得られる利点を有しており、コンプレッサ主軸の支持構造をコンパクトに設計できる。
- [0005] このようなコンプレッサで、特に自動車用エアコンディショナに用いられるものは、近年、耐久性の向上とともに、一層の低価格化とコンパクト化が求められている。さらに最近では、省エネルギーや環境への配慮からエアコンディショナの冷却効率を高めるために、コンプレッサの軸受部をはじめとする各部の潤滑に用いるオイル量を削減する希薄潤滑化が進んでいる。このような希薄潤滑化の推進によって、コンプレッサ主軸の支持構造に採用される針状ころ軸受は、過酷な潤滑条件下で使用されるようになっていく。
- [0006] このため、高速回転するコンプレッサ主軸のラジアル荷重を支持する針状ころ軸受では、針状ころが転走する外輪の軌道面に表面起点型剥離等の表面損傷が早期に発生して、軸受寿命が著しく短くなることがある。また、自動車用エアコンディショナのコンプレッサは、その高圧縮比化に伴ってコンプレッサ主軸を支持する針状ころ軸受の負荷荷重も増大している傾向があり、針状ころ軸受の外輪には、繰り返しの負荷荷重に起因する内部起点型剥離も発生しやすくなって、軸受に要求される基本特性である転動疲労寿命の確保も難しくなっている。なお、自動車用エアコンディショナのコンプレッサでは、針状ころの転走に伴う軸受使用中の騒音を低くすることも望まれている。
- [0007] また、自動車のアンチロックブレーキシステム(ABS)やトラクションコントロール(TRC)等の自動ブレーキシステムには、リザーバタンクのブレーキ液をマスタシリンダへ送るピストンポンプが装備されている。この種のオイル等を圧送するピストンポンプには、電動モータの出力軸であるアーマチャシャフトに偏心部を設け、この偏心部に嵌着した転がり軸受で往復駆動されるピストンを支持するようにしたものがある(例えば、特許文献3参照。)。このようなピストンを支持する転がり軸受に、針状ころ軸受を採用したものもある(例えば、特許文献4参照。)

[0008] このような自動車のブレーキシステムに用いられるピストンポンプは、液圧を用いたブレーキアシストシステム等の開発により、さらなる能力向上が求められているとともに、一層の低価格化とコンパクト化も求められている。ピストンポンプの能力向上への対応としてはアーマチャシャフトの偏心量を大きくする動きがあり、コンパクト化への対応の一手段としては、偏心部に嵌着する転がり軸受を針状ころ軸受として小型化する動きがある。このため、このようなピストンポンプ駆動部の支持構造に用いられる針状ころ軸受の負荷荷重は増大する傾向があり、その外輪には繰り返しの負荷荷重に起因する内部起点型剥離が発生しやすくなって、軸受に要求される基本特性である転動疲労寿命の確保が難しくなっている。

[0009] また、前記ピストンポンプ駆動部の支持構造に用いられる針状ころ軸受は、低粘度のオイル(ブレーキ液)が混入すること等で潤滑状態が希薄となり、かつ、ピストンが衝合する外輪の軌道面を針状ころが高速で転走するので、転走面で油膜切れが生じやすい。このため、外輪の軌道面に表面起点型剥離等の表面損傷が早期に発生して、軸受寿命が著しく短くなることがある。なお、自動車のブレーキシステムに用いられるピストンポンプでは、針状ころの転走に伴う軸受使用中の騒音を低くすることも望まれている。

[0010] 特許文献1:特許第3073937号公報(第1-2頁、第1-3図)

特許文献2:特許第2997047号公報(第2頁、第10-12図)

特許文献3:特開平8-182254号公報(第2頁、第7図)

特許文献4:特開2001-187915号公報(第2頁、第9図)

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0011] 上述した従来のシェル型外輪の鋼板素材に用いられている低炭素構造用合金鋼板や冷延プレス用鋼板は、加工性が良いのでプレス加工が容易であるが、炭素含有量が少ないので、製品品質としての軌道面の表面硬さ等を確保するのに、浸炭焼入れや浸炭窒化処理等の雰囲気調整した熱処理をする必要がある。このため、以下の各問題点がある。

・雰囲気炉等の大きな熱処理設備が必要なうえ、その管理が大変である。例えば、雰

雰囲気ガス、温度および時間の設定や、焼入れ油の管理、炉の定期点検等が必要であり、多品種少量生産では、ロット毎に各設定の変更が必要となり、非常に手間がかかる。

- ・炭素や窒素を拡散させるために熱処理時間が長くなる。また、部品の内部まで炭素や窒素を拡散させるためには非常に長時間を要するので、部品内部の強度はあまり高めることができない。

- ・一度に多数の部品を処理しないと効率が悪いので、小ロット品の熱処理効率が悪くなる。同じ小ロット品をまとめて熱処理すると、仕掛品が増大してリードタイムが長くなる。

- ・突然の停電等によって熱処理が中断されると、多数の不良品が発生する。

- ・頻繁なロット変更をすると、異材混入の心配がある。

- ・両鏢付きのシェル型外輪の場合は、組立て工程での鏢の折り曲げのために、焼きなましが必要になる。

[0012] そこで、本発明の課題は、コンプレッサ主軸の支持構造やピストンポンプ駆動部の支持構造等に用いられるシェル型針状ころ軸受について、そのシェル型外輪の製品品質を雰囲気調整が不要で簡便な熱処理で確保し、製造コストをさらに低減することである。

課題を解決するための手段

[0013] 上記の課題を解決するために、本発明は、鋼板のプレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記鋼板の素材を炭素含有量が0.3質量%以上の中・高炭素鋼とした構成を採用した。

[0014] すなわち、シェル型外輪用にプレス加工される鋼板の素材を炭素含有量が0.3質量%以上の中・高炭素鋼とすることにより、従来用いられている低炭素構造用合金鋼板や冷延プレス用鋼板よりも炭素含有量が多いことで高価な浸炭焼入れや浸炭窒化処理を不要とし、製造コストを低減できるようにした。炭素含有量が0.3質量%以上の鋼板素材としては、構造用炭素鋼S30C～S58C、SAE1040～1095、工具鋼SK5等を用いることができる。

- [0015] 前記鋼板の素材を球状化焼鈍が施されているものとするにより、高い炭素含有量であっても十分な伸びと軟らかさを有するものとし、シェル型外輪に形成するためのプレス加工を可能とすることができる。
- [0016] 前記球状化焼鈍による炭化物の球状化率を50%以上とすることにより、鋼板素材をより安定してプレス加工することができる。なお、炭化物の球状化率は次の定義式で定義され、定義式中のアスペクト比は、炭化物の長径寸法と短径寸法の比である。
- $$\text{球状化率} = (\text{アスペクト比} 2 \text{ 未満の炭化物個数}) / (\text{炭化物総個数}) \times 100 (\%)$$
- [0017] 前記炭化物の球状化率を50%以上としたのは、以下の理由による。シェル型外輪のプレス加工における絞り工程では、絞られるカップ底のコーナR部で最も大きな板厚減少率(10〜20%程度)となり、このコーナR部で破断を生じやすい。後の図2に示すように、炭素含有量が0.3質量%以上の鋼板素材の伸びは、炭化物の球状化率に比例して増大し、球状化率が50%程度で伸びが20%程度以上となる。したがって、球状化率を50%以上とすることにより、絞り工程におけるカップ底コーナR部での板厚減少に耐えて、鋼板素材を破断させることなく絞ることができると考えられる。
- [0018] 前記プレス加工で形成された外輪を高周波焼入れまたは光輝焼入れすることにより、安価な熱処理で外輪に必要な強度や硬度を確保することができる。高周波焼入れを採用する場合は、大きな熱処理設備が不要となり、熱処理時間も短くすることができる。また、光輝焼入れする場合でも、炭素や窒素を拡散させる時間が不要となり、熱処理時間を短縮することができる。
- [0019] 前記鋼板の素材を、Si、Ni、Moの少なくともいずれかの合金元素を含み、これらの合金元素の含有量がそれぞれ0.35質量%以下のものとするにより、プレス加工性を高めることができる。Si、Ni、Moの合金元素の含有量をそれぞれ0.35質量%以下としたのは、これらの合金元素は単独または共存して焼入れ性を改善するが、それぞれ含有量が0.35質量%を超えると、プレス加工性を低下させるからである。
- [0020] 前記プレス加工で形成された外輪の少なくとも内径面に高周波焼入れと、炉焼戻しまたは高周波焼戻しのいずれかを施し、前記内径面の表面硬さをビッカース硬度でHV653以上とすることにより、軸受としての基本的な性能を十分満足できる。また、高周波焼入れは、雰囲気調整が不要で熱処理設備も小さくてすみ、熱処理時間も

著しく短縮することができる。炉焼戻しや高周波焼戻しも、雰囲気調整が不要で簡便に行うことができる。

- [0021] 前記外輪の内径面における高周波焼入れの深さは、その裏側の外径面に達しない深さであつてもよい。
- [0022] 前記外輪の内径面の周方向面粗度を $Ra0.05\sim0.3\mu m$ とすることにより、この外輪内径面での針状ころの転走に伴う音響のレベルを低減し、軸受使用中の静粛性を高めることができる。周方向面粗度の下限を $Ra0.05\mu m$ としたのは、これよりも周方向面粗度が細かくなって内径面が滑らかになり過ぎると、転走する針状ころの弾性接触領域に保持される潤滑油が少なくなり、スミアリング等の表面損傷が生じやすくなるからである。周方向面粗度の上限を $Ra0.3\mu m$ としたのは、以下の理由による。
- [0023] 本発明者らは、外輪の内径面の面粗度を変えたシェル型針状ころ軸受について、回転試験機を用いた音響測定試験を行い、内径面の周方向面粗度を細かくすると軸受の音響レベルが効果的に低減されることを知見し、図12に示すように、これを $Ra0.3\mu m$ 以下にすると、音響レベルを大幅に低減できることを確認した。この内径面の周方向面粗度が音響レベルの低減に特に効果があるのは、つぎのように考えられる。すなわち、針状ころのころ径に対してころの回転方向の凹凸(周方向面粗度)がある程度以上に粗くなると、針状ころの上下振動が大きくなって大きな音響が発生する。針状ころのころ径は比較的小さいので、周方向面粗度が $Ra0.3\mu m$ を超えると、大きな音響が発生するものと思われる。
- [0024] 前記外輪の内径面の軸方向面粗度を $Ra0.3\mu m$ 以下とすることにより、針状ころの転走に伴う音響のレベルをさらに低減し、軸受使用中の静粛性をより高めることができる。針状ころはころ径に較べてころ長が長いので、外輪内径面の幅方向の凹凸(軸方向面粗度)も針状ころの上下振動に影響し、軸方向面粗度が $Ra0.3\mu m$ を超えると、音響が大きくなるものと思われる。
- [0025] 前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、最終回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とすることにより、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストをさらに低減することができる。また、絞り回数を減らすことにより、各金型の設定誤差等に起因するカップ成形物の寸法精度低下も抑制される。

- [0026] なお、絞りしごき加工では、単なる絞り加工よりも大きな絞り比が得られることが知られている。すなわち、絞り加工では縮みフランジの変形抵抗とフランジ部でのしわ押さえ力に起因する引張応力によるポンチ肩部での破断で絞り限界が決まるが、絞りしごき加工では、このポンチ肩部に作用するフランジ側からの引張応力がしごき部で遮断されるので、絞り性がありよくない炭素含有量が0.3質量%以上の中・高炭素鋼であっても十分な絞り比を得ることができる。
- [0027] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、この1回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。
- [0028] 前記鋼板の素材をリン酸塩皮膜処理が施されたものとするにより、前記プレス加工におけるプレス加工油の保持能力を高め、より低級なプレス加工油を用いて外輪をプレス加工することができる。
- [0029] また、本発明は、コンプレッサの圧縮動作部材を回転駆動させる主軸と、この主軸をコンプレッサ内で支持する針状ころ軸受とからなるコンプレッサ主軸の支持構造において、前記針状ころ軸受を、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受とした構成を採用した。
- [0030] 前記コンプレッサは、斜板式のエアコンプレッサとすることができる。
- [0031] さらに、本発明は、ピストンポンプのモータ出力軸と、このモータ出力軸の偏心部に嵌着された針状ころ軸受と、この針状ころ軸受で支持されるピストンとからなるピストンポンプ駆動部の支持構造において、前記針状ころ軸受を、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受とした構成も採用した。
- [0032] 前記ピストンポンプは、自動車のアンチロックブレーキシステム用のピストンポンプとすることができる。

#### 発明の効果

- [0033] 本発明のシェル型針状ころ軸受は、シェル型外輪用にプレス加工される鋼板の素材を炭素含有量が0.3質量%以上の中・高炭素鋼としたので、従来用いられている低炭素構造用合金鋼板や冷延プレス用鋼板よりも炭素含有量が多いことで高価な浸炭焼入れや浸炭窒化処理を不要として、製造コストを低減することができる。

- [0034] 前記鋼板の素材を球状化焼鈍が施されているものとする事により、高い炭素含有量であっても十分な伸びと軟らかさを有するものとし、シェル型外輪に形成するためのプレス加工を可能とすることができる。
- [0035] 前記球状化焼鈍による炭化物の球状化率を50%以上とする事により、鋼板素材をより安定してプレス加工することができる。
- [0036] 前記プレス加工で形成された外輪を高周波焼入れまたは光輝焼入れすることにより、安価な熱処理で外輪に必要な強度や硬度を確保することができる。高周波焼入れを採用する場合は、大きな熱処理設備が不要となり、熱処理時間も短くすることができる。また、光輝焼入れする場合でも、炭素や窒素を拡散させる時間が不要となり、熱処理時間を短縮することができる。
- [0037] 前記鋼板の素材を、Si、Ni、Moの少なくともいずれかの合金元素を含み、これらの合金元素の含有量がそれぞれ0.35質量%以下のものとする事により、プレス加工性を高めることができる。
- [0038] 前記プレス加工で形成された外輪の少なくとも内径面に高周波焼入れと、炉焼戻しまたは高周波焼戻しのいずれかを施し、内径面の表面硬さをビッカース硬度でHV653以上とする事により、軸受としての基本的な性能を十分満足できる。また、高周波焼入れは、雰囲気調整が不要で熱処理設備も小さくて済み、熱処理時間も著しく短縮することができる。炉焼戻しや高周波焼戻しも、雰囲気調整が不要で簡便に行うことができる。
- [0039] 前記外輪の内径面の周方向面粗度をRa0.05〜0.3  $\mu\text{m}$ とする事により、この外輪内径面での針状ころの転走に伴う音響のレベルを低減し、軸受使用中の静粛性を高めることができる。
- [0040] 前記外輪の内径面の軸方向面粗度をRa0.3  $\mu\text{m}$ 以下とする事により、針状ころの転走に伴う音響のレベルをさらに低減し、軸受使用中の静粛性をより高めることができる。
- [0041] 前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、最終回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とする事により、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストをさらに低減することができる。また、絞り回数を減らすことにより、各金



型の設定誤差等に起因するカップ成形物の寸法精度低下も抑制することができる。

[0042] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、この1回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。

[0043] 前記鋼板の素材をリン酸塩皮膜処理が施されたものとするにより、前記プレス加工におけるプレス加工油の保持能力を高め、より低級なプレス加工油を用いて外輪をプレス加工することができる。

[0044] また、この発明のコンプレッサ主軸の支持構造は、コンプレッサ主軸を支持する針状ころ軸受に、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受を用いたので、その製造コストを低減することができる。

[0045] さらに、本発明のピストンポンプ駆動部の支持構造は、ピストンを支持する針状ころ軸受に、上述したいずれかのシェル型針状ころ軸受を用いたので、その製造コストを低減することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0046] [図1]シェル型針状ころ軸受の実施形態を示す縦断面図

[図2]実施例2の外輪の鋼板素材の引張試験結果を示すグラフ

[図3]図1の外輪の概略の製造工程を示す工程図

[図4]a、bは、それぞれ図1の外輪の内径面の周方向面粗度と軸方向面粗度を示すグラフ

[図5]実施例1および2の外輪の焼入れパターンの例を示す断面図

[図6]実施例3の外輪とその変形例の外輪の焼入れパターンを示す断面図

[図7]図1のシェル型針状ころ軸受の軸受寿命試験の結果を示すグラフ

[図8]第1の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図9]第2の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図10]第3の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す縦断面図

[図11]本発明に係るピストンポンプ駆動部の支持構造を採用した自動車のABS用ピストンポンプと電動モータを示す縦断面図

[図12]シェル型針状ころ軸受の音響測定試験における外輪内径面の周方向面粗度と音響レベルの関係を示すグラフ

### 符号の説明

[0047] A シェル型針状ころ軸受

外輪 1、1a、1b、1c、1d

2 内径面

3 針状ころ

4a、4b 鍔

5 保持器

11 主軸

12 斜板

13 シュー

14 ピストン

14a 凹部

15 ハウジング

16 スラスト針状ころ軸受

17 ボア

18 球面座

21 主軸

22 連結部材

22a 傾斜面

23 ボール

24 スラスト針状ころ軸受

25 斜板

26 ピストンロッド

27 ピストン

- 28 ハウジング
- 29 スラスト針状ころ軸受
- 31 主軸
- 32 連結部材
- 33 スリーブ
- 34 スラスト針状ころ軸受
- 35 斜板
- 36 ピストンロッド
- 37 ピストン
- 38 ハウジング
- 39 スラスト針状ころ軸受
- 41 ピストンポンプ
- 42 電動モータ
- 43 アーマチュア
- 44 アーマチュアシャフト
- 44a 偏心部
- 45 ポンプハウジング
- 45a 凹部
- 46 玉軸受
- 47 ピストン
- 48 吸引口
- 49 吐出口

#### 発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下、図面に基づき、本発明の実施形態を説明する。本発明に係るシェル型針状ころ軸受Aは、図1に示すように、鋼板のプレス加工で形成されたシェル型外輪1の軌道面である内径面2に沿って、複数の針状ころ3を配列したものである。この外輪1はオープンエンド形のものであり、両端部に鏝4a、4bが形成されている。また、針状ころ3は、保持器5に組み付けられた保持器付きのものである。

- [0049] 前記プレス加工で外輪1に形成される鋼板の素材には、C含有量が0.4質量%である構造用炭素鋼S40C(実施例1)、C含有量が0.85質量%である工具鋼SK5を球状化焼鈍によって炭化物の球状化率を50%以上としたもの(実施例2)、C含有量が0.55質量%、Si含有量が0.15〜0.35質量%の構造用炭素鋼S55C(実施例3)に、それぞれリン酸塩皮膜処理を施したものをを用いた。この外輪1の鋼板素材はC含有量が0.3質量%以上のものであればよく、これらの実施例のもののほかに、構造用炭素鋼S30C〜S58C、SAE1040〜1095や軸受鋼SUJ2等を用いることもできる。
- [0050] 図2は、前記球状化焼鈍を施した鋼板素材である実施例2の工具鋼SK5を引張試験した結果を示す。前述したように、各鋼板素材の伸びは炭化物の球状化率に比例して増大し、球状化率が50%で伸びが20%程度、球状化率が100%で伸びが40%程度となっている。なお、炭素含有量が0.3質量%以上である構造用炭素鋼S30C〜S58C、SAE1040〜1095や軸受鋼SUJ2についても、球状化焼鈍を施したもののについて引張試験を行ったが、ほぼ同様の結果が得られた。
- [0051] 図3は、前記各実施例の外輪1を製造する概略の工程を示す。まずプレス加工により、各鋼板素材の円形ブランクが、1回の絞りしごき工程でカップ状に成形され、決め押し工程でカップ底コーナ部が所定のコーナ半径に決め押し成形される。つぎに、底抜き工程でカップ底中央部が打ち抜かれて外輪1の一方の鏝4a(図1参照)が形成され、トリミング工程でカップ上端部が均一な高さにトリミングされるとともに、他方の鏝4b(図1参照)が形成されるカップ上端部が減厚加工される。こののち、プレス加工された外輪1は、熱処理工程で高周波焼入れ等の熱処理を施され、最後の組立て工程で、保持器5に組み付けられた針状ころ3を組み込まれ、他方の鏝4bが内方への直角な折り曲げ加工により形成される。このシェル型外輪1は、1回の絞りしごき工程でカップ状に成形されているので、金型の設定誤差等に起因する寸法精度低下も少ない。
- [0052] 図4は、前記外輪1の内径面2の周方向面粗度と軸方向面粗度を示す。図4(a)に示す周方向面粗度は、外輪1の長さ方向中央位置で測定したものであり、Ra0.18  $\mu\text{m}$ と非常に細かくなっている。図示は省略するが、両端から各2mmの位置で測定

した周方向面粗度も $Ra0.05\sim0.3\mu m$ の範囲に入っていた。また、図4(b)に示す軸方向面粗度は、周方向に $90^\circ$ の位相で4箇所測定したものの1つであり、 $Ra0.15\mu m$ と非常に細かくなっている。図示は省略するが、他の位相で測定した軸方向面粗度も、いずれも $Ra0.3\mu m$ 以下と非常に細かくなっていた。

- [0053] 図5は、前記実施例1および2の外輪1を高周波焼入れしたときの焼入れパターンの例を示す。ハッチングを施した部分が焼入れ部位であり、この例では、内径面2が軌道面となる円筒部とカップ底の打ち抜きで形成された一方の鏝4a部に高周波焼入れが施され、組立て工程で折り曲げ加工により形成される他方の鏝4b部は未硬化のままとされている。この鏝4b部は焼入れ硬化後焼戻し処理してもよい。高周波焼入れは、局部を順に短時間で加熱、冷却するので、外輪1の全体を熱処理する場合も、このように部分的に熱処理する場合も、熱ひずみが生じ難い利点もある。
- [0054] 図6は、前記実施例3の外輪1と、その変形例の外輪1a、1b、1c、1dとについて、高周波焼入れされた部分の焼入れパターンをハッチングで示す。変形例の外輪1a、1bは実施例3と同じオープンエンド形のもので、外輪1aは両方の鏝4a、4bを内方へ $180^\circ$ 折り曲げたもの、外輪1bは他方の鏝4bのみを内方へ $180^\circ$ 折り曲げたものである。また、変形例の外輪1c、1dはクローズエンド形のもので、外輪1cは他方の鏝4bを実施例3のものと同様に内方へ直角に折り曲げたもの、外輪1dは他方の鏝4bを内方へ $180^\circ$ 折り曲げたものである。これらの実施例3とその変形例の各シェル型外輪1、1a、1b、1c、1dは、熱処理工程で高周波焼入れのあとに炉焼戻しまたは高周波焼戻しを施されている。
- [0055] 図6中には、それぞれの外輪1、1a、1b、1c、1dについて、3ずつの焼入れパターンをA、B、Cの各列に示す。いずれもハッチングを施した部分が焼入れ部位であり、各焼入れパターンは、A列のものが内径面2側のみを部分的に高周波焼入れしたもの、B列のものが全体を高周波焼入れしたもの、C列のものが内径面2と外径面との両側を部分的に高周波焼入れしたものである。A列とC列の部分的に高周波焼入れしたものでは、針状ころ3の端面が当たる鏝4a、4bの部分も焼入れされているものがある。これらの焼入れパターンのものは、いずれも内径面2の表面硬さがピッカース硬度でHV653以上となっている。なお、高周波焼入れは、局部を順に短時間で加熱、

冷却するので、B列のもののように全体を焼入れする場合も、A列やC列のもののように部分的に焼入れする場合も、熱ひずみが生じ難い利点がある。

- [0056] 上述した実施例1の構造用炭素鋼S40Cの鋼板をプレス加工して、図5に示した焼入れパターンで高周波焼入れを施したシェル型外輪を用いた図1に示したシェル型針状ころ軸受と、比較例として低炭素構造用合金鋼SCM415の鋼板をプレス加工して浸炭焼入れを施したシェル型外輪を用いた同様のシェル型針状ころ軸受とについて、これらを回転試験機の回転軸に取り付けて軸受寿命試験を行った。試験条件は以下の通りであり、軸受寿命はL10寿命(サンプルの10%に表面起点型剥離や内部起点型剥離が発生するまでの時間)で評価した。

・負荷荷重:4776N

・回転数 :8000rpm

・潤滑油 :マルチパーパス油#5を循環給油

- [0057] 上記軸受寿命試験の結果を図7に示す。シェル型外輪を実施例1の構造用炭素鋼S40Cで形成して高周波焼入れしたものは、シェル型外輪を低炭素構造用合金鋼SCM415で形成して浸炭焼入れした比較例のもの3倍に近いL10寿命となっており、表面起点型剥離や内部起点型剥離が発生するまでの軸受寿命を著しく延長できることが分かる。なお、比較例のものは、内部起点型剥離の発生によって軸受寿命が短くなっている。

- [0058] 図8は、本発明に係る第1の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用した自動車のエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは、主軸11に固定された斜板12の回転により、斜板12上を摺動するシュー13を介して、圧縮動作部材であるピストン14を往復動作させる両斜板タイプのコンプレッサである。高速で回転駆動される主軸11は、冷媒が存在するハウジング15内で、上述した本発明に係る2つのシェル型針状ころ軸受Aでラジアル方向を支持され、スラスト方向をスラスト針状ころ軸受16で支持されている。

- [0059] 前記ハウジング15には周方向に等間隔で複数のシリンダボア17が形成され、各ボア17内に両頭形のピストン14が往復自在に収納されている。各ピストン14には斜板12の外周部を跨ぐように凹部14aが形成され、この凹部14aの軸方向対向面に形成

された球面座18に、球状のシュー13が着座されている。このシュー13は半球状のものもあり、斜板12の回転運動を各ピストン14の往復運動に円滑に変換する働きをする。

[0060] 図9は、第2の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは片斜板タイプのコンプレッサであり、主軸21に連結された連結部材22の回転により、連結部材22の傾斜面22aにボール23とスラスト針状ころ軸受24で支持された斜板25を揺動運動させ、この斜板25の揺動運動をピストンロッド26を介して、片頭形のピストン27の往復運動に変換するものである。この主軸21はハウジング28内で、ラジアル方向を本発明に係る1つのシェル型針状ころ軸受Aで支持され、スラスト方向を連結部材22を介してスラスト針状ころ軸受29で支持されている。

[0061] 図10は、第3の実施形態のコンプレッサ主軸の支持構造を採用したエアコンディショナ用コンプレッサを示す。このコンプレッサは片斜板タイプの可変容量コンプレッサであり、主軸31に連結された連結部材32の傾斜角度が、主軸31に嵌めこまれたスリーブ33を軸方向へスライドさせることにより、変更可能とされている。連結部材32にスラスト針状ころ軸受34で支持された斜板35の揺動運動は、第2の実施形態のものと同様に、ピストンロッド36を介して、片頭形のピストン37の往復運動に変換される。この主軸31はハウジング38内で、ラジアル方向を本発明に係る2つのシェル型針状ころ軸受Aで支持され、スラスト方向をスラスト針状ころ軸受39で支持されている。

[0062] 図11は、本発明に係るピストンポンプ駆動部の支持構造を採用した自動車のABS用ピストンポンプ41と、これを駆動する電動モータ42を示す。電動モータ42の出力軸であるアーマチュア43のアーマチュアシャフト44は、ポンプハウジング45にピストンポンプ41と直角に形成された凹部45aに一对の玉軸受46で支持され、その偏心部44aに嵌着された本発明に係るシェル型針状ころ軸受Aに、ピストンポンプ41のピストン47が衝合支持されている。したがって、電動モータ42を回転駆動することにより、シェル型針状ころ軸受1に衝合支持されたピストン47が往復駆動され、ブレーキ液がポンプハウジング45に設けられた吸引口48から吸引されて、吐出口49から吐出される。なお、図示は省略するが、吸引口48はリザーバタンクに接続され、吐出口

49はマスタシリンダに接続される。

[0063] 上述した実施形態では、外輪のプレス加工における絞り工程を1回のみとし、この1回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程としたが、絞り工程を3回以下の複数回とし、しごき加工を最終回の絞り工程で加えるようにしてもよい。また、本発明に係るシェル型針状ころ軸受は、針状ころを総ころ状態に組み込む形式のものにも採用することができる。



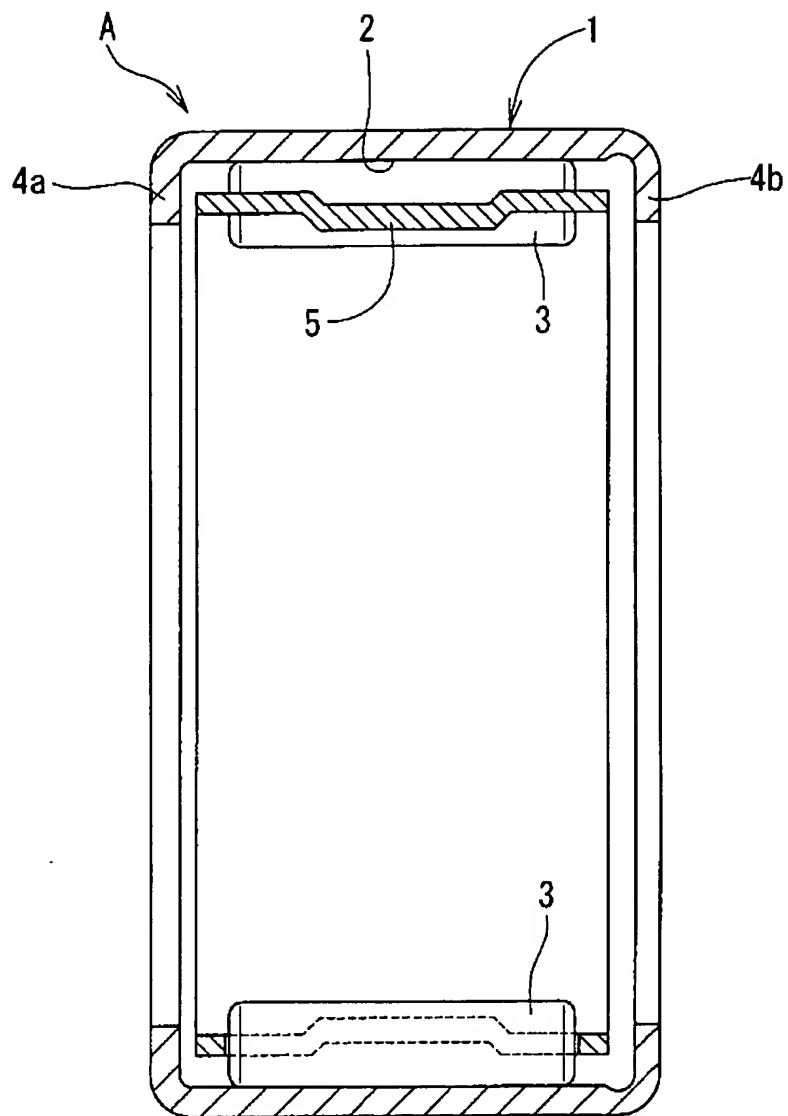
## 請求の範囲

- [1] 鋼板のプレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記鋼板の素材を炭素含有量が0.3質量%以上の中・高炭素鋼としたことを特徴とするシェル型針状ころ軸受。
- [2] 前記鋼板の素材を球状化焼鈍が施されているものとした請求項1に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [3] 前記球状化焼鈍による炭化物の球状化率を50%以上とした請求項2に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [4] 前記プレス加工で形成された外輪を高周波焼入れまたは光輝焼入れした請求項1乃至3のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [5] 前記鋼板の素材を、Si、Ni、Moの少なくともいずれかの合金元素を含み、これらの合金元素の含有量がそれぞれ0.35質量%以下のものとした請求項1乃至3のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [6] 前記プレス加工で形成された外輪の少なくとも内径面に高周波焼入れと、炉焼戻しまたは高周波焼戻しのいずれかを施し、前記内径面の表面硬さをビッカース硬度でHV653以上とした請求項5に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [7] 前記外輪の内径面における高周波焼入れの深さを、その裏側の外径面に達しない深さとした請求項5または6に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [8] 前記外輪の内径面の周方向面粗度をRa0.05〜0.3 $\mu$ mとした請求項1乃至7のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [9] 前記外輪の内径面の軸方向面粗度をRa0.3 $\mu$ m以下とした請求項1乃至8のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [10] 前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、最終回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とした請求項1乃至9のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。
- [11] 前記絞り工程での絞り回数を1回とし、この1回の絞り工程をしごき加工を加える絞りしごき工程とした請求項10に記載のシェル型針状ころ軸受。
- [12] 前記鋼板の素材をリン酸塩皮膜処理が施されたものとした請求項1乃至11のいづ

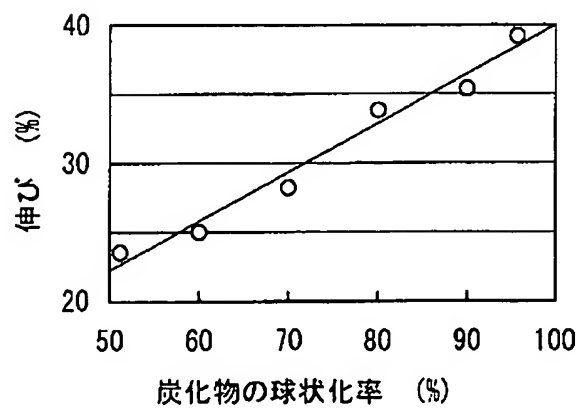
れかに記載のシェル型針状ころ軸受。

- [13]     コンプレッサの圧縮動作部材を回転駆動させる主軸と、この主軸をコンプレッサ内で支持する針状ころ軸受とからなるコンプレッサ主軸の支持構造において、前記針状ころ軸受を、請求項1乃至12のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受としたことを特徴とするコンプレッサ主軸の支持構造。
- [14]     前記コンプレッサが斜板式のエアコンプレッサである請求項13に記載のコンプレッサ主軸の支持構造。
- [15]     ピストンポンプのモータ出力軸と、このモータ出力軸の偏心部に嵌着された針状ころ軸受と、この針状ころ軸受で支持されるピストンとからなるピストンポンプ駆動部の支持構造において、前記針状ころ軸受を、請求項1乃至12のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受としたことを特徴とするピストンポンプ駆動部の支持構造。
- [16]     前記ピストンポンプが自動車のアンチロックブレーキシステム用のピストンポンプである請求項15に記載のピストンポンプ駆動部の支持構造。

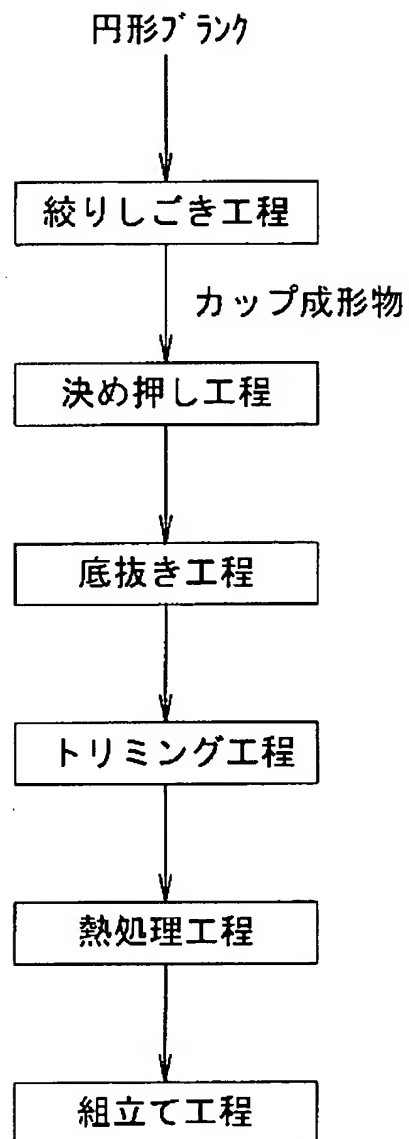
[図1]



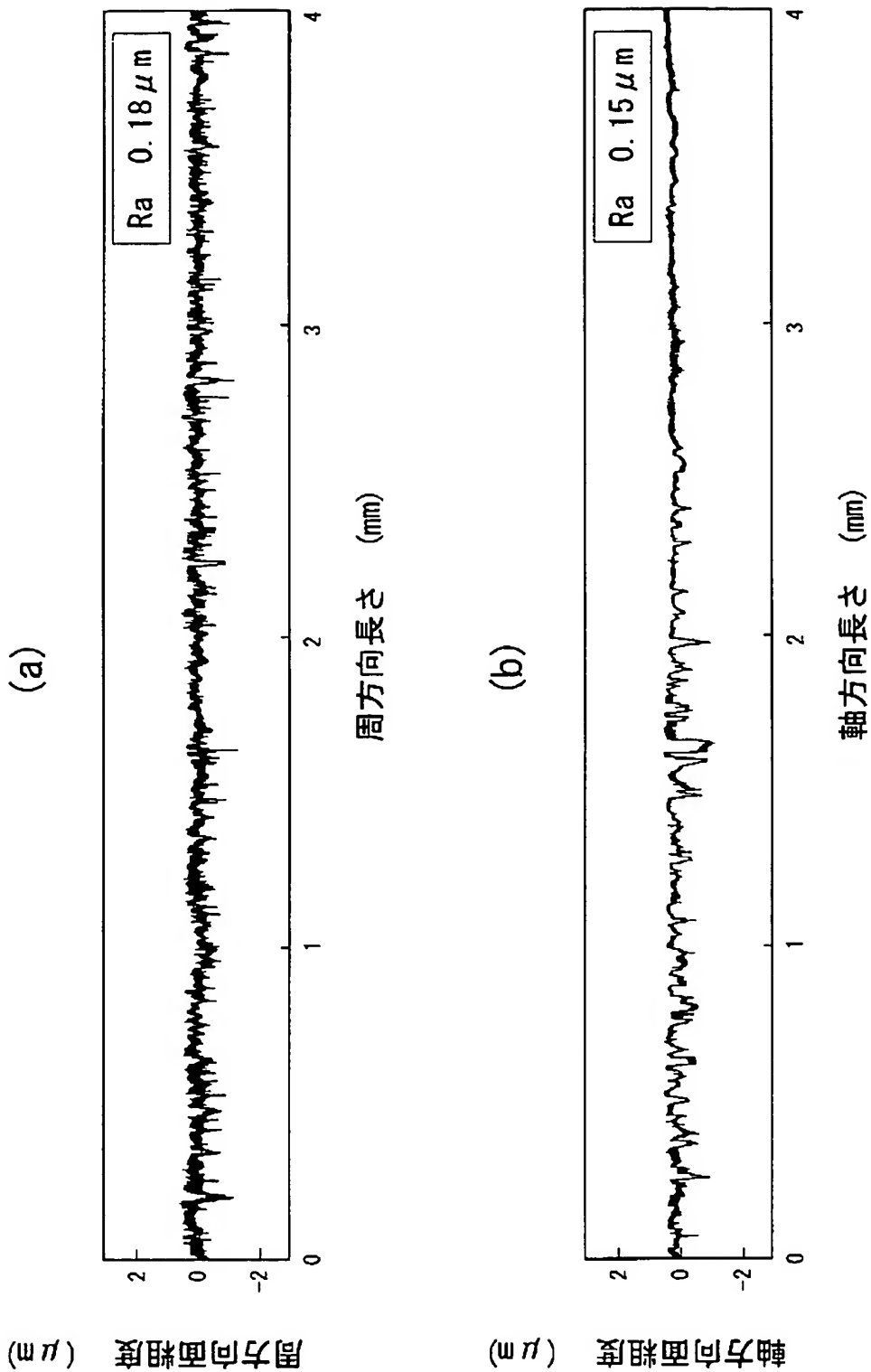
[図2]



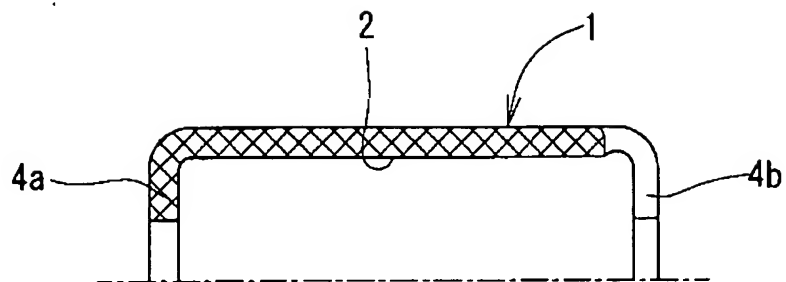
[図3]



[図4]



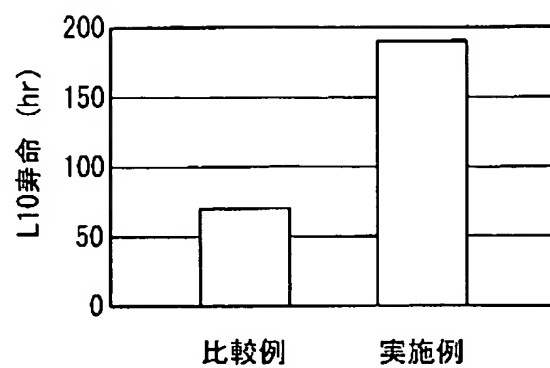
[図5]



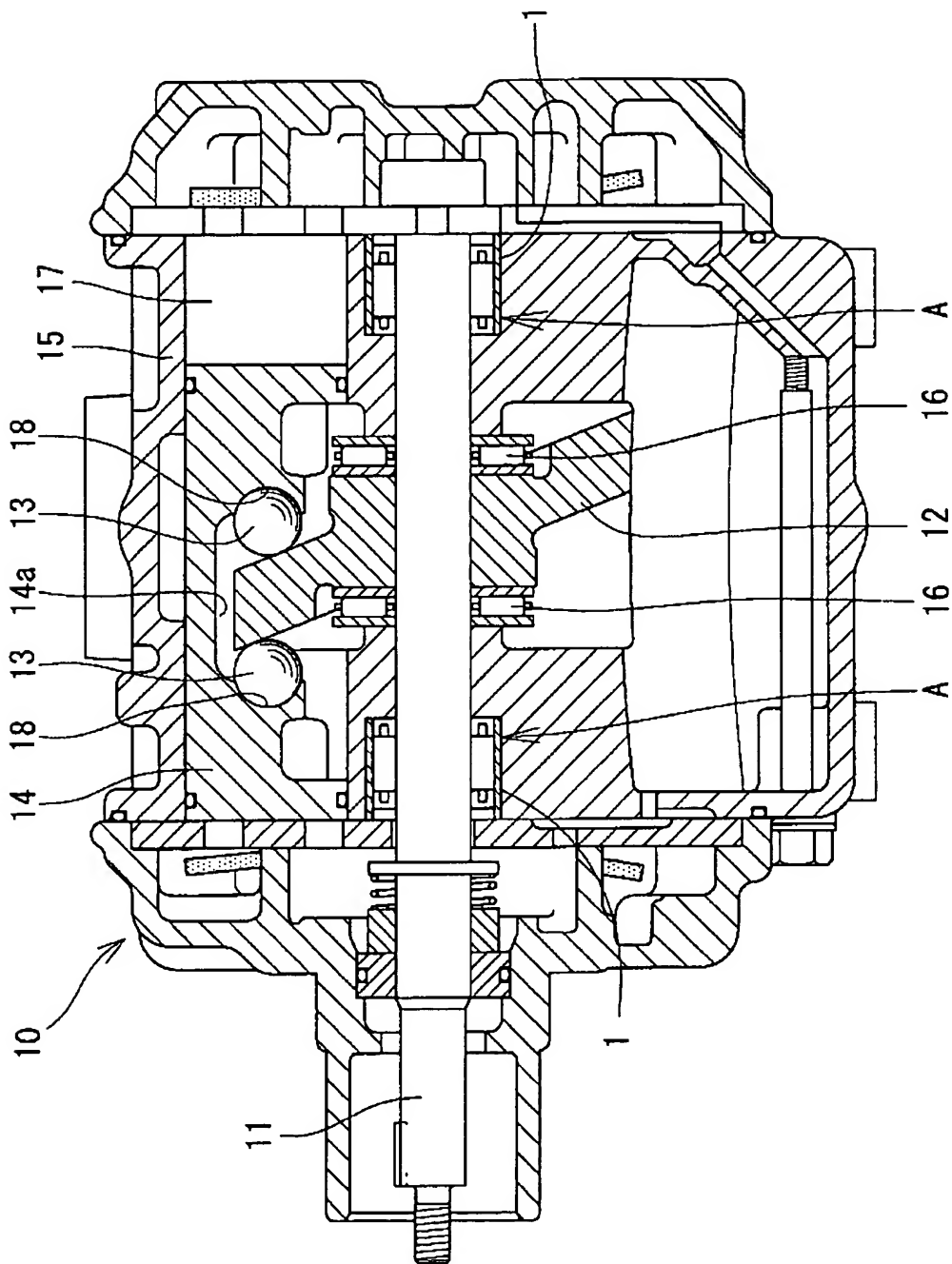
[図6]

	A	B	C
実施例 3			
変形例 1a			
変形例 1b			
変形例 1c			
変形例 1d			

[図7]

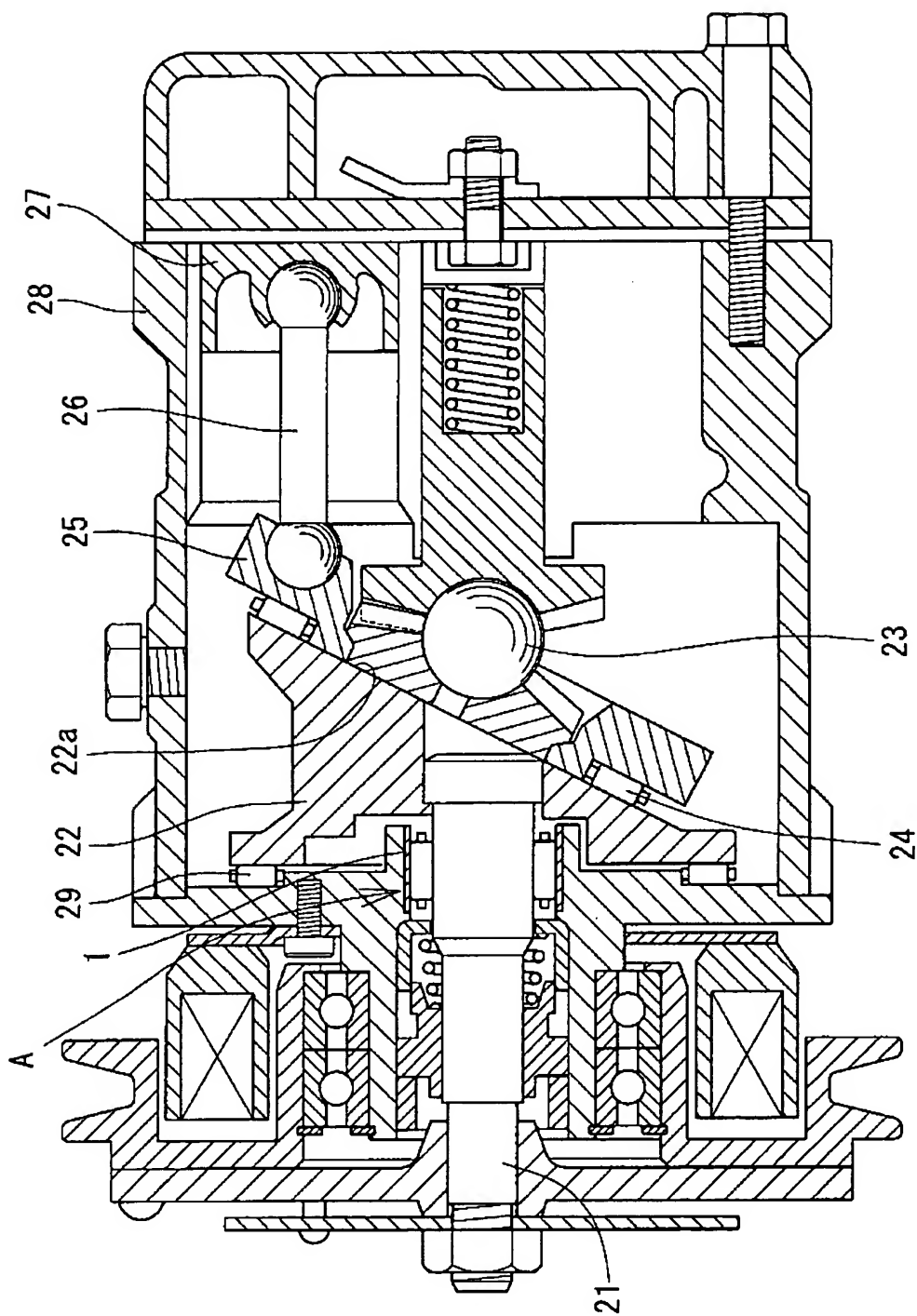


[図8]

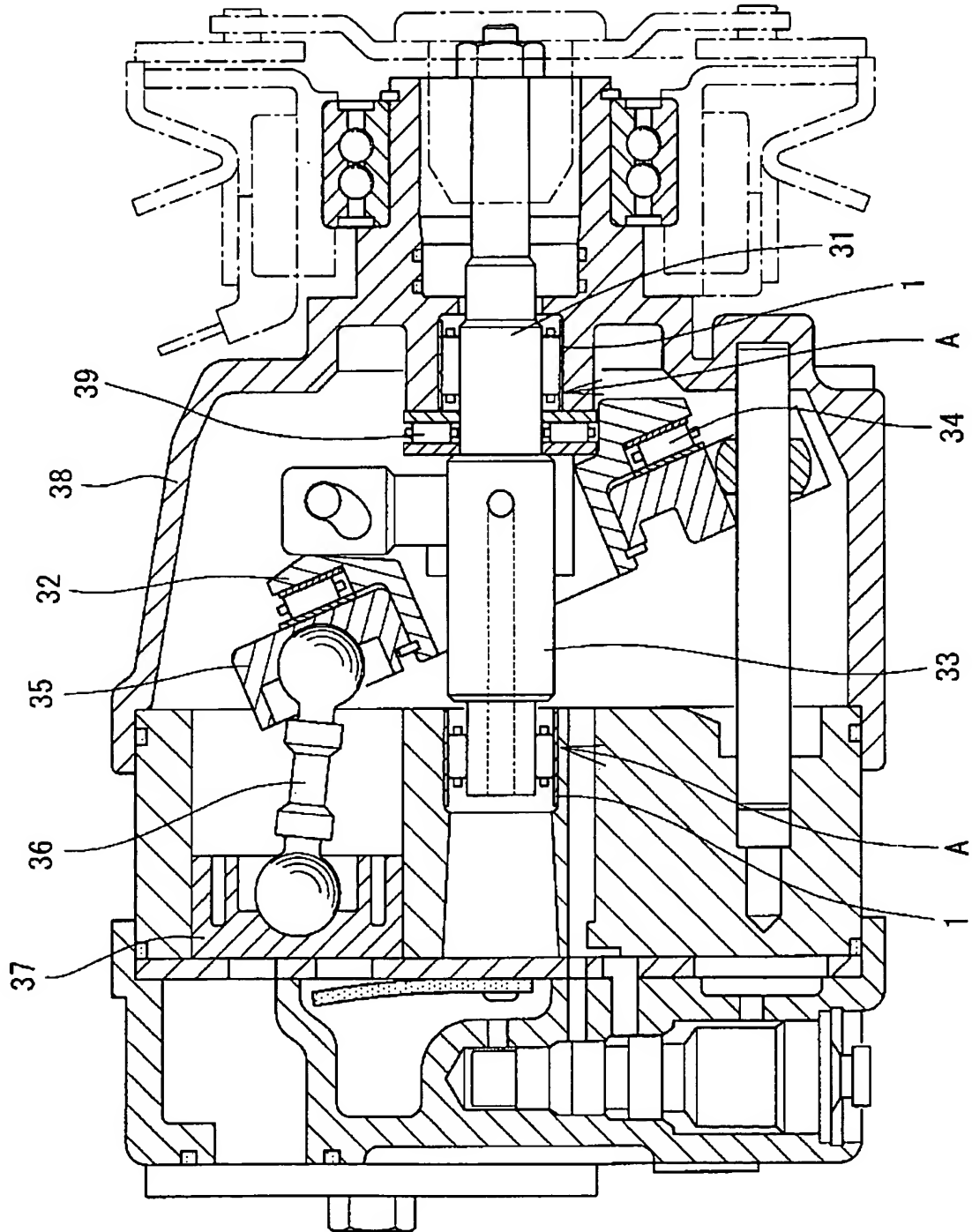




[図9]



[図10]



周方向面粗度 $R_a$	音響レベル (dB)
0.05	54.0
0.08	55.0
0.10	54.5
0.15	56.0
0.20	56.0
0.25	57.5
0.30	58.5
0.35	62.5
0.40	63.5
0.60	65.0
0.80	69.0